

ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΟΡΥΚΤΑ ΚΑΙ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗ ΝΕΟΓΕΝΗ ΛΕΚΑΝΗ ΚΟΖΑΝΗΣ - ΣΕΡΒΙΩΝ - ΑΙΑΝΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ

Μ. Σταματάκης*

ΣΥΝΟΨΗ

Στην Νεογενή λεκάνη Κοζάνης - Αιανής-Σερβίων φιλοξενούνται διάφορα βιομηχανικά ορυκτά και πετρώματα, όπως μαγνησίτης, μίγματα των υπέρλευκων ορυκτών χουντίτη και υδρομαγνησίτη, διατομίτες, ηφαιστειακή σποδός και άργιλοι. Η γεωλογική μελέτη της περιοχής και οι ορυκτολογικές αναλύσεις δειγμάτων από τα ανωτέρω υλικά έδειξαν ότι μόνο τα υπέρλευκα ανθρακικά ορυκτά έχουν δυνατότητες περαιτέρω αξιοποίησης.

ABSTRACT

Industrial minerals and rocks, such as magnesite, mixtures of the snow-white minerals huntite and hydromagnesite, volcanic ash, diatomaceous rocks and claystones are hosted in the Neogene basin of Kozani-Eani-Servia, Macedonia. The geological survey throughout the basin, along with mineralogical analyses provide evidences that only the snow-white carbonate mineral assemblages are of commercial interest so far.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ - INTRODUCTION

Η Νεογενής λεκάνη της Κοζάνης - Σερβίων- Αιανής η οποία αναπτύσσεται νότια από την πόλη της Κοζάνης, μελετήθηκε κατά το παρελθόν κυρίως όσον αφορά την ανάπτυξη λιγνιτικών κοιτασμάτων σε αυτή (ΚΑΡΑΓΕΩΡΓΙΟΥ 1951, ΑΝΑΣΤΟΠΟΥΛΟΣ & ΜΠΡΟΥΣΟΥΛΗΣ 1973). Μικρότερης έκτασης μελέτες αναφέρονται στην δυνατότητα εμπλουτισμού και εκμετάλλευσης του ιζηματογενούς λευκολίθου που συναντάται κυρίως στην περιοχή Αιανής (ΤΣΑΙΛΑΣ 1969, ΤΣΟΥΤΡΕΛΗΣ 1965). Τέλος οι WETZENSTEIN (1975), STAMATAKIS et al. (1989) και ZACHMANN (1989) μελέτησαν κυρίως την γεωχημεία των ανθρακικών παραγενέσεων.

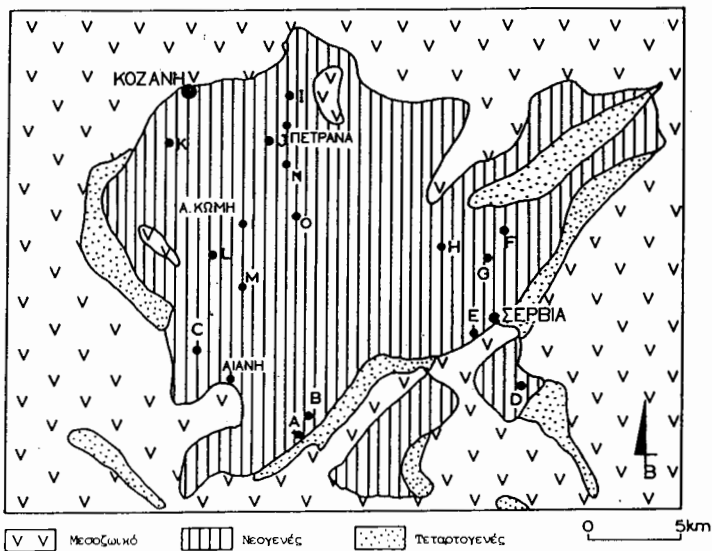
Η μελέτη των βιομηχανικών ορυκτών και πετρωμάτων που συναντώνται στα ιζήματα της λεκάνης, καθώς και ερμηνεία των συνθηκών γένεσης των εκμεταλλεύσιμων βιομηχανικά μαγνησιούχων παραγενέσεων, είναι το θέμα αυτής της εργασίας.

ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ - GEOLOGICAL SETTING

Η Νεογενής ιζηματογενής λεκάνη της Κοζάνης καταλαμβάνει μιά έκταση περίπου 400 km² στην Δυτική Μακεδονία και έχει σχεδόν κυκλικό σχήμα (Φωτ. 1). Τα κατώτερα στρώματα των Νεογενών αποθέσεων έχουν μέγιστο πάχος περί τα 400 μέτρα, είναι καφεκίτρινου χρώματος και φιλοξενούν λεπτά στρώματα λιγνιτών (ΑΝΑΣΤΟΠΟΥΛΟΣ & ΜΠΡΟΥΣΟΥΛΗΣ 1973).

Τα ανώτερα Νεογενή ιζήματα έχουν μεγαλύτερη εξάπλωση στη νότια και νοτιο-ανατολική πλευρά της λεκάνης, είναι περισσότερο ανοικτόχρωμα από τα προηγού-

* Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Γεωλογίας, Πανεπιστημιούπολις, Ξύω Ιλίσσια 157 84, Αθήνα.



Φωτ. 1: Γεωλογικό σκαρίφημα της λεκάνης Κοζάνης - Αιανής - Σερβίων όπου διακρίνονται οι θέσεις δειγματοληψίας.

Fig. 1: Geological sketch of the Kozani - Eani - Serbia Neogene basin with the sampling sites.

μενα, ενώ μερικές φορές εμφανίζονται φωτεινά λευκά. Το μεγαλύτερο πάχος της σειράς αυτής υπολογίζεται σε 150 μέτρα. Το υπόβαθρο της λεκάνης αποτελείται από γνευσίους και μαρμαρυγιακούς σχιστολίθους, πιθανόν προ-Μεσοζωικούς, και κυρίως από δολομίτες, δολομιτικούς ασβεστόλιθους και μάρμαρα, καθώς και από υπερβασικά πετρώματα Μεσοζωικής ηλικίας (ΑΝΑΣΤΟΠΟΥΛΟΣ & ΜΠΡΟΥΣΟΥΛΗΣ 1973, ΑΝΑΣΤΟΠΟΥΛΟΣ Κ.Α. 1980).

ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΑΛΥΣΗΣ - ANALYTICAL TECHNIQUES

Οι ορυκτολογικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν με περιθλασίμετρο ακτίνων Χ στο Πανεπιστήμιο Αθηνών. Το ηφαιστειακό γυαλί, ο οπάλιος-Α, και ο οπάλιος - CT μελετήθηκαν με πολωτικό (LM) και ηλεκτρονικό (SEM) μικροσκόπιο στο Πανεπιστήμιο Αθηνών. Η ποζολανικότητα της ηφαιστειακής στάχτης μετρήθηκε στα εργαστήρια της εταιρείας TITAN Α.Ε, στο Καμάρι Βοιωτίας. Οι ορυκτολογικές αναλύσεις δίδονται στον πίνακα 1.

ΠΕΤΡΟΛΟΓΙΑ - PETROLOGY

Τα ιζήματα που φιλοξενούν τους λιγνιτικούς ορίζοντες είναι αργίλλοι, μάργες, ασβεστόλιθοι και πορσελανίτες. Οι μάργες αποτελούνται από ανθρακικά ορυκτά, κλαστικό χαλαζία και αστρίους, χλωρίτη και ιλλίτη. Οι πορσελανίτες σχηματίζουν συνήθως λεπτά στρώματα πάχους έως 20 εκατοστών, ή κονδύλους διαμέτρου έως 10 εκατοστά κοντά ή μέσα σε λιγνιτικά στρώματα και αποτελούνται από οπάλιο-CT και κυμαινόμενα ποσά ρομβοεδρικού δολομίτη και ασβεσίτη, καθώς και μικρά ποσά κλαστικού χαλαζία. Τα ανώτερα Νεογενή ιζήματα της λεκάνης είναι ανοικτόχρωμα (Φωτ. 2) και εμφανίζουν μεγαλύτερη πετρολογική ποικιλία. Αυτά περιλαμβάνουν αργίλους, μάργες, ασβεστολίθους, ψαμμίτες, ηφαιστειακή στάχτη, μαγνησίτη, διατομιτικά πετρώματα, καθώς και συσσωματώματα χουντίτη $\text{CaMg}_3(\text{CO}_3)_4$ - υδρομαγνησίτη $\text{Mg}_4(\text{OH})_2(\text{CO}_3)_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$.

Η ηφαιστειακή στάχτη έχει γκρίζο χρώμα και αποτελείται σχεδόν απο-

Πίνακας 1: Ορυκτολογικές αναλύσεις Νεογενών ιζημάτων της Λεκάνης Κοζάνης-Σερβίων-Αιανής

ΘΕΣΗ	ΔΕΙΓΜΑ	ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ
A	A1	O-A, MGN, HYM, HUN, CHL
A	A2	HYM, HUN
A	A3	DOL, QTZ, SM, ILL
A	A4	DOL, QTZ, AB, ILL, SM, CHL
A	A5	MGN, HUN, QTZ, O-A
A	A6	MGN, O-A, SM, ILL
B	B1	QTZ, HUN, DOL, CHL, ILL
B	B2	HUN, AR, SM
B	B3	MGN, HUN
B	B4	QTZ, O-A, SM, AB, AR, CC
B	B5	O-A, SM, ILL, CHL, CC
B	B6	HUN, MGN, DOL, CHL
C	C1	QTZ, ILL, DOL, AR, AB
C	C2	DOL, QTZ, AB, AR, CHL
D	D1	DOL, QTZ, AB, CHL, ILL
E	E1	MGN
E	E2	HUN, D-A
E	E3	MGN, HUN
E	E4	HUN, MGN, AR, HYM
E	E5	HYM, HUN, MGN
F	F1	CHL, QTZ, HUN, HYM, AR
F	F2	QTZ, AR, HUN, CHL
F	F3	HUN, HYM
F	F4	HUN
G	G1	DOL, CC, AR, CHL, ILL
H	H1	HYM, HUN, AR
H	H2	HYM, HUN, CHL, ILL
H	H3	HYM, HUN, CHL, AR
H	H4	HUN, HYM, MGN
H	H5	HUN, HYM, MGN

ΘΕΣΗ	ΔΕΙΓΜΑ	ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ
I	I1	O-CT, DOL
I	I2	DOL, O-CT
J	J3	AR, QTZ, CC, DOL, ILL, CHL
J	J1	CC, QTZ
J	J2	CC, QTZ, CHL
K	K1	CC, QTZ, CHL
K	K2	QTZ, CC, CHL
L	L1	CC, QTZ, ILL, CHL
L	L1*	QTZ, ILL, CHL
L	L2	CC, QTZ, CHL, ILL, AB
L	L2*	QTZ, CHL, ILL, AB
L	L3*	QTZ, CHL, ILL, AB
L	L4	VGS
L	L5	VGS
L	L6*	QTZ, ILL, CHL, SM, AB
L	L7*	QTZ, CHL, ILL, AB
L	L8*	QTZ, ILL, SM, CHL, MGN
M	M1	MGN
M	M2	MGN, HUN
M	M3	DOL, AR, QTZ, CHL, ILL
M	M4	MGN, HUN
M	M5	HUN
A, ΚΟΜΗ	AK1	VGS
N	N1	HUN, DOL, CC, QTZ, AR
N	N2	HUN
N	N3	HUN, QTZ, CC
O	O1	MGN, HUN
O	O2	MGN
O	O3	HUN, MGN, HYM
O	O4	HUN, HYM, MGN

ΕΠΕΞΗΓΗΣΙΣ : O-A = ΟΠΛΑΙΟΣ - A, QTZ = ΧΑΛΑΖΙΑΣ, DOL = ΔΟΛΟΜΙΤΗΣ, HUN = ΧΟΥΝΤΙΤΗΣ, MGN = ΜΑΓΝΗΣΙΤΗΣ, AR = ΑΡΑΓΟΝΙΤΗΣ, CC = ΑΣΒΕΣΤΙΤΗΣ, HYM = ΥΔΡΟΜΑΓΝΗΣΙΤΗΣ, AB = ΑΛΒΙΤΗΣ, O-CT = ΟΠΛΑΙΟΣ - CT, CHL = ΧΛΩΡΙΤΗΣ, ILL = ΙΛΛΙΤΗΣ, SM = ΣΜΕΚΤΙΤΗΣ, VGS = ΗΘΑΙΣΤΕΙΑΚ Η ΥΕΛΟΣ.

* = ΔΕΙΓΜΑΤΑ ΠΟΥ ΕΧΟΥΝ ΥΠΟΣΤΕΙ ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΜΕ ΗCL 1N.

ΤΑ ΔΕΙΓΜΑΤΑ ΜΕ ΔΕΙΚΤΗ 1 ΕΥΡΙΣΚΟΝΤΑΙ ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΚΑ ΨΗΛΟΤΕΡΑ ΑΠΟ ΤΑ ΔΕΙΓΜΑΤΑ ΜΕ ΔΕΙΚΤΗ 2, Κ.Ο.Κ.

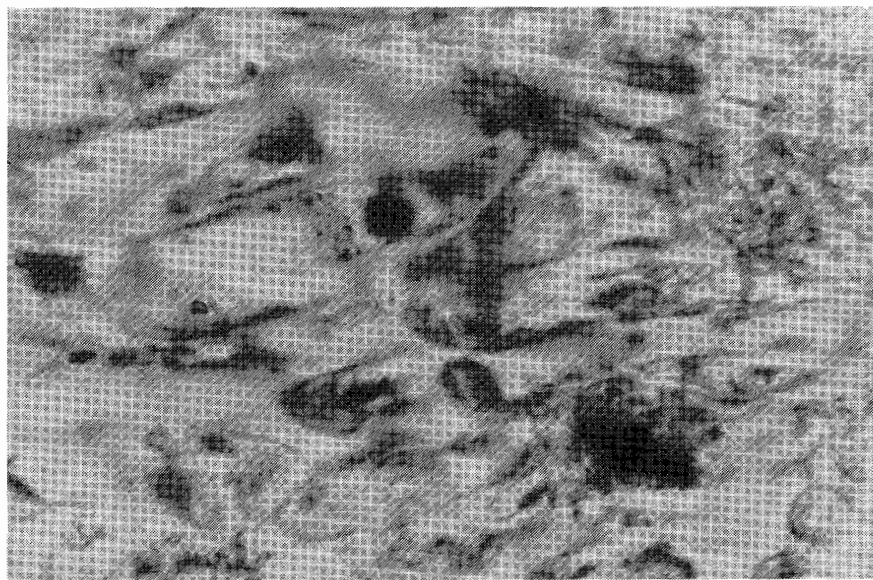
κλειστικά από τραχειτική ηφαιστειακή ύελο (Φωτ.3). Συναντιέται σε στρώματα πάχους έως 30 περίπου εκατοστών, ενδοστρωμένη μέσα σε μάργες ή στρώματα μαγνησιούχων ορυκτών.

Η εναλλαγή οριζόντιων πλούσιων σε κλαστικά υλικά και διατομιτικών στρωμάτων στην λεκάνη, είναι μιά ένδειξη συχνών αλλαγών στην δυναμική εξέλιξη της, καθώς ο σχηματισμός διατομιτών απαιτεί εντελώς ήρεμο περιβάλλον ιζηματογένεσης και οι ποταμοχειμάρσιοι ψαμμίτες ακριβώς το αντίθετο. Οι άργιλοι και οι μάργες αποτελούνται από κυμαίνόμενα ποσά αργίλων, ανθρακικών ορυκτών και κλαστικούς κρυστάλλους αστρίων και χαλαζία. Οι ψαμμίτες αποτελούνται κυρίως από μικρούς κόκκους βιοτίτη, χαλαζία και αστρίων, αλλά και μεγαλύτερα θραύσματα κερατολίθων, μαρμάρων, ασβεστολίθων και υπερβασικών πετρωμάτων. Τα διατομιτικά στρώματα αποτελούνται από καλά διατηρημένα κελύφη λιμναίων διατόμων (Φωτ. 4) που συνοδεύονται από αργιλικά και μαγνησιούχα ορυκτά, καθώς και κλαστικούς κόκκους αστρίων και χαλαζία.

Υπέρλευκα συσσωματώματα κυρίως χουντίτη/υδρομαγνησίτη και χουντίτη/μαγνησίτη, αλλά και αυτοτελή σώματα αραγονίτη συναντώνται κοντά στο δολομιτικό και υπερβασικό υπόβαθρο με μορφή φακών ή στρωμάτων που πλευρικά μεταβαίνουν σε γκρίζες έως υποκρίνες δολομιτικές μάργες με πάχη έως λίγα μέτρα (Φωτ. 5). Αντίθετα, σφαιροειδείς σχηματισμοί χουντίτη διαμέτρου έως 10 εκατοστά συναντώνται προς το εσωτερικό της λεκάνης τα οποία φιλοξενούνται μέσα σε ιαμμίτες ή και αργίλους.



Φωτ. 2: Τα λευκά - υπόλευκα ανώτερα Νεογενή ιζήματα από την περιοχή Ε.
Fig. 2: The uppermost white - dull white Neogene sediments from site E.



Φωτ. 3: Η υφαιστειακή ύελος από την περιοχή Άνω Κώμης στο πολωτικό μικροσκόπιο (μεγέθυνση x 150)
Fig. 3: The volcanic glass of Ano Komi site, under the light microscope (magn. x 150).

ΣΥΖΗΤΗΣΗ - DISCUSSION

Η Νεογενής λεκάνη Κοζάνης-Σερβίων-Αιανής περιλαμβάνει διάφορους πετρολογικούς τύπους και εμφανίζει σημαντικές ποικιλίες τύπων ιζηματογένεσης. Μερικοί ορυκτολογικοί τύποι που συναντώνται στην λεκάνη είναι καθοριστικοί των συνθηκών που επικρατούσαν, τόσο κατά την διάρκεια της απόθεσης των ιζημάτων, όσο και κατά το πρώιμο διαγενετικό στάδιο. Η κατανομή των κυρίων στοιχείων και ιχνοστοιχείων είναι επίσης ενδεικτική της προέλευσης μερικών ιόντων στα ύδατα της λεκάνης (WETZENSTEIN 1975, STAMATAKIS et al. 1989, ZACHMANN 1989).

Ορυκτολογικές φάσεις

Ηφαιστειακή ύελο

Όπως ελέχθη, η ηφαιστειακή στάχτη αποτελείται αποκλειστικά από ηφαιστειακή ύελο, η οποία παρουσιάζει μόνο φαινόμενα ενυδατώσεως. Διαγενετικές διεργασίες που παρατηρούνται σε αλμυρές-αλκαλικές λίμνες με pH μεγαλύτερο του 9 και παρέχουν οπάλιο-CT, ζεόλιθους και αυθιγενή K-άστριο από μετατροπή της ηφαιστειακής ύελου (HAY 1970, STAMATAKIS 1989), απουσιάζουν στην περιοχή. Αυτό

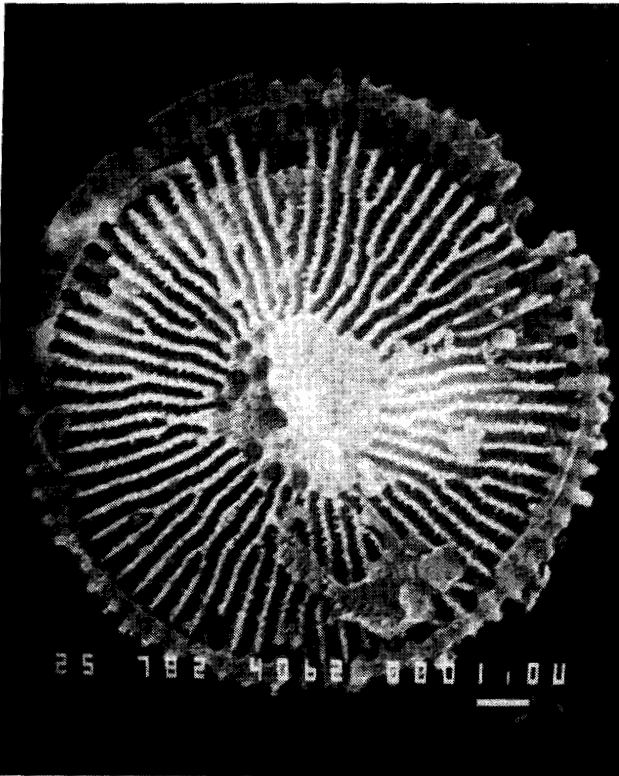
είναι μια απόδειξη ότι τα ύδατα της λεκάνης δεν ήταν αρκούντως αλμυρά και αλκαλικά ώστε να σχηματισθούν τα προαναφερόμενα αυθιγενή ορυκτά.

Οπάλιος-A

Η μελέτη των ειδών των διατόμων προσδιόρισε ένα λιμναίο, ελαφρώς αλκαλικό περιβάλλον ιζηματογένεσεως (STAMATAKIS et al. 1989, ECONOMOU-AMILLI 1991). Η μελέτη με το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο (Φωτ. 4) έδειξε ότι σε μεγάλο ποσοστό, τα κελύφη των διατόμων διατηρούν την μικροδομή τους. Αυτό είναι άλλη μια απόδειξη για την ύπαρξη όχι ισχυρά αλμυρού ή αλκαλικού περιβάλλοντος κατά την ιζηματογένεση ή κατά το διαγενετικό στάδιο.

Οπάλιος-CT

Ο οπάλιος-CT συναντάται κοντά ή σε επαφή με λιγνιτικά στρώματα ή ορίζοντες πλούσιους σε οργανικό υλικό, χωρίς να συνδέεται γενετικά με τον οπάλιο-A. Η αντικατάσταση ξυλωδών ιστών που συναντώνται σε ένα ορίζοντα



Φωτ. 4: Κέλυφος του διατόμου *Cyclotella* sp. από την θέση Β, στο οποίο διατηρείται η μικροδομή του.

Fig. 4: A diatom frustule of the species *Cyclotella* sp. Its minute structure is preserved.



Φωτ. 5: Συσσωματώματα χουντίτη/υδρομαγνησίτη στα οποία έχουν διεισδύσει αργιλικά ορυκτά. Θέση G.

Fig. 5: Huntite/hydromagnesite assemblages from site G. Clay minerals also occurs as fissure fillings.

παλαιοεδάφους από οπάλιο-CT (θέσεις I & J), είναι ένδειξη ότι το ορυκτό αυτό σχηματίστηκε κοντά στην επιφάνεια, από κυκλοφορούντα ύδατα πλούσια σε πυρίτιο και μαγνήσιο-ασβέστιο, όπως προκύπτει από την ύπαρξη διασπάρτων ρομβοέδρων αυθιγενούς δολομίτη μέσα στην κύρια μάζα του οπάλιου-CT. Η παρουσία της φυτικής ύλης λειτούργησε ευνοικά για την καθίζηση του πυριτίου, μια και μετέβαλλε τοπικά το pH σε λιγότερο αλκαλικό, με αποτέλεσμα την καθίζηση του πυριτίου από το διάλυμα.

Μαγνησιούχα ανθρακικά ορυκτά

Μαγνησιούχα ορυκτά συναντώνται σε διάφορα περιβάλλοντα αποθέσεως, ενώ μόνο ο μαγνησίτης και δευτερευόντως ο δολομίτης σχηματίζουν εκμεταλλεύσιμα κοιτάσματα σε παγκόσμια κλίμακα (CLARKE 1993, O'DRISCOLL 1993). Εν τούτοις, στην περιοχή μεταξύ των χωριών Νεράιδα και Λεύκαρα (θέση F), συναντάται ένα μοναδικής συνθέσεως κοιτάσμα που αποτελείται από μίγμα χουντίτη-υδρομαγνησίτη που περιέχει ασήμαντες ποσότητες αραγονίτη και μαγνησίτη.

Όσον αφορά την γένεση αυτών των ορυκτών σε ιζηματογενείς λεκάνες, οι MULLER ET AL. (1972) αναφέρουν συνθήκες καθίζησης μαγνησιούχων ανθρακικών σε ένα εύρος pH μεταξύ 7 και 8, μέγιστο βάθος λεκάνης 2 μέτρα, αλατότητα 100-150 gr/lit, και λόγο Mg/Ca έως 500.

Μετρήσεις σταθερότητας ανθρακικών ορυκτών (GARRELS et al. 1960) έδειξαν ότι ο χουντίτης και ο υδρομαγνησίτης είναι μετασταθείς ενώσεις σε σχέση με το δολομίτη και το μαγνησίτη. Η KINSMAN (1967) θεωρεί ότι αραγονίτης, ασβεσίτης και υδρομαγνησίτης μπορούν να καθιζήσουν κατευθείαν από διαλύματα, ενώ ο υδρομαγνησίτης μπορεί να μετατραπεί διαγενετικά σε χουντίτη και στην συνέχεια σε μαγνησίτη.

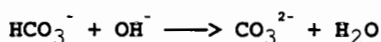
Τα στοιχεία που προκύπτουν από τις ορυκτολογικές παραγενέσεις στην λεκάνη Κοζάνης - Σερβίων - Αιανής μπορούν να συνοψισθούν ως εξής:

Στις θέσεις F και H συναντάται τραβερτινοειδής αραγονίτης σε μεγάλες ακανόνιστες μάζες σε επαφή με το ανθρακικό υπόβαθρο. Στη συνέχεια, προς το εσωτερικό της λεκάνης αναπτύσσεται στρωματοειδώς το μίγμα χουντίτη υδρομαγνησίτη. Μαγνησίτης συναντάται σε πολύ μικρές ποσότητες μόνο στα βαθύτερα στρώματα, σχηματίζοντας συνήθως συγκρίμματα έως 2 εκατοστά διαμέτρου μέσα σε χουντίτη. Αυτός ο τύπος μαγνησίτη μπορεί να θεωρηθεί ότι προέρχεται από πρώιμη διαγένεση χουντίτη.

Αντίθετα, στο δυτικό και νοτιοδυτικό τμήμα της λεκάνης (θέσεις A, B & M) ο μαγνησίτης σχηματίζει αυτοτελή στρώματα και φακούς που εναλλάσσονται στρωμάτων κυρίως χουντίτη/ μαγνησίτη, ή χουντίτη/ υδρομαγνησίτη. Αυτός ο τύπος μαγνησίτη μπορεί να θεωρηθεί ότι είναι πρωτογενής απόθεση και η γένεσή του οφείλεται πιθανώς στη μεταβολή της περιεκτικότητας των ιόντων μαγνησίου στο διάλυμα.

Η σποραδική τοποθέτηση των τραβερτινικών αραγονιτικών σωμάτων πάνω και γύρω από το ανθρακικό υπόβαθρο οδηγεί στο συμπέρασμα ότι ο αραγονίτης ήταν ένα από τα πρώτα ορυκτά που σχηματίστηκαν στα περιθώρια της λεκάνης ή σε νησίδες του υποβάθρου μέσα στη λεκάνη, πιθανόν από την δράση θερμών πηγών. Εφ, όσον το μεγαλύτερο μέρος των ιόντων ασβεστίου καθίζανε κοντά στα σημεία ανεξόδου των διαλυμάτων, τα ύδατα της λεκάνης εμπλουτίζοντο σε μαγνήσιο, με αποτέλεσμα τον σχηματισμό ανθρακικών ορυκτών πλούσιων σε μαγνήσιο.

Η προέλευση των διαλυμάτων στην λεκάνη θα πρέπει να αποδοθεί στην δράση θερμών ή και ψυχρών πηγών σε διάφορες θέσεις του υποβάθρου. Νερά που αναβλύζουν από μαγνησιούχα ανθρακικά και σερπεντινιωμένα πετρώματα είναι εμπλουτισμένα σε Mg^{2+} και HCO_3^- , ενώ το pH τους είναι περίπου 8 (BARNES & O'NEIL 1969, PAFASTAMATAKI 1977, ΓΚΙΩΝΗ-ΣΤΑΥΡΟΠΟΥΛΟΥ 1983). Σε αλκαλικό περιβάλλον, τα οξυανθρακικά ιόντα μεταπίπτουν σε ανθρακικά ιόντα σύμφωνα με την αντίδραση:



Η μεταβολή της συγκέντρωσης του διαλελυμένου διοξειδίου του άνθρακα είχε σαν αποτέλεσμα την μεταβολή της PCO_2 , αύξηση της οποίας ευνοεί την απόθεση μαγνησίτη αντί του υδρομαγνησίτη για δεδομένο λόγο συγκεντρώσεων Ca/Mg (CARPENTER 1962).

Η ύπαρξη ανθρακικών, αλλά και ανθρακικών-υδροξυλιούχων μαγνησιούχων ορυκτών φανερώνει ότι πλούσια σε μαγνήσιο ύδατα εισέδυσαν στην λεκάνη, μεταβάλλοντας τοπικά το pH, την PCO_2 , και το χημισμό των υδάτων της. Σαν αποτέλεσμα παρατηρείται φακοειδής ανάπτυξη των ποικίλων πρωτογενών αποθέσεων μαγνησιούχων ορυκτών, κοντά στα σημεία ανεξόδου των διαλυμάτων, συνήθως κοντά στα αβαθή περιθώρια και τα υβώματα της λεκάνης όπου η συγκέντρωση των διαλυμένων αλάτων ήταν αυξημένη λόγω του μικρού βάθους του πυθμένα και της εξάτμισης της υδάτινης φάσης. Ρεύματα θολότητας μέσα στην λεκάνη ήταν υπεύθυνα για την τοπική συσσώρευση αργιλικών ορυκτών, κυρίως σμεκτίτη, μέσα στους φακούς των μαγνησιούχων ορυκτών. Τα φαινόμενα διάβρωσης που ακολούθησαν την συχνή έκθεση των ιζημάτων της αβαθούς λεκάνης στην επιφάνεια διαπιστώνονται και από το γεγονός ότι κλαστικός χουντίτης εντοπίζεται μέσα σε ψαμμιτικά στρώματα, μακριά από τις αρχικές αποθέσεις των μαγνησιούχων ορυκτών.

Δυνατότητες αξιοποίησης των βιομηχανικών ορυκτών και πετρωμάτων της λεκάνης
The commercial potential of the industrial minerals and rocks of the basin.

Διατομίτες

Είναι γνωστό ότι οι εμπορικά εκμεταλλεύσιμοι διατομίτες πρώτης ποιότητας (υλικά φίλτρων) περιέχουν SiO₂ που ξεπερνά το 90% (BARRON 1978). Διατομίτες που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή μονωτικών υλικών περιέχουν SiO₂ όχι μικρότερο από 70% (περιεκτικότητες σε άμορφο πυρίτιο > 90% και > 70% αντίστοιχα), ενώ τα ανθρακικά ορυκτά απουσιάζουν εντελώς (HARBEN 1992).

Πως φαίνεται από τις ορυκτολογικές αναλύσεις που παραθέτονται στον Πίνακα 1, το άμορφο πυρίτιο (οπάλιος-A) συνοδεύεται από ανθρακικά ορυκτά, χαλαζία και αργίλους, ορυκτά που συμμετέχουν σε ποσοστό > 60%, με αποτέλεσμα η ποιότητα του διατομιτικού υλικού να είναι ακατάλληλη για περαιτέρω μετρήσεις με σκοπό την αξιοποίησή του.

Ηφαιστειακή ύελος

Η ηφαιστειακή στάχτη της λεκάνης είναι πολύ λεπτόκοκη και εμφανίζει ποζολανικότητα 5,0 έως 5,5 Nt/mm², η οποία είναι κατάλληλη για πιθανή χρήση του υλικού σαν φυσική ποζολάνη στην βιομηχανία τσιμέντου. Εν τούτοις, αν και τα γεωλογικά αποθέματα της ηφαιστειακής στάχτης είναι μερικά εκατομμύρια κυβικά μέτρα, το μικρό πάχος του τοφφικού ορίζοντα που σπανίως ξεπερνά τα 20 cm καθιστά αδύνατη την αξιοποίησή της.

Αργίλοι

Οι αργιλικοί ορίζοντες στην λεκάνη εναλλάσσονται συχνά με μαργαικό ή ψαμμιτικό υλικό με αποτέλεσμα να συναντώνται σε πάχη μη επιτρέποντα την εκμετάλλευσή τους για οποιαδήποτε χρήση. Μετρήσεις εξάλλου του ΙΓΜΕ (ΜΑΛΛΙΑΡΗΣ Κ. Α. 1990) επί της ποιότητας των αργίλλων απέδειξαν επίσης ότι το υλικό είναι ακατάλληλο όχι μόνο για χρήση του στην αγγειοπλαστική, αλλά ακόμη και για την παραγωγή τούβλων.

Μαγνησίτης

Ο λευκόλιθος της Αιανής είναι ο πρώτος που περιεγράφη στον Ελλαδικό χώρο σαν μαγνησίτης ιζηματογενούς τύπου (ΤΣΟΥΤΡΕΛΗΣ 1965, ΤΣΑΙΛΑΣ 1969). Τα κυριότερα προβλήματα που παρουσιάζει συχνά αυτός ο λευκόλιθος είναι α) η αυξημένη περιεκτικότητά του σε CaO, η οποία οφείλεται κυρίως σε προσμίξεις χουντίτη, και β) η εμφάνισή του με μορφή κονδύλων διαμέτρου έως 2 μέτρα σε κύρια μάζα χουντίτη. Η συνεχής διακύμανση της περιεκτικότητας του μαγνησίου στον ιζηματογενή αυτό λευκόλιθο, οδήγησε σε γρήγορη εγκατάλειψη των προσπαθειών εξόρυξής του.

Σήμερα, με την κρίση που παρατηρείται στην Ευρωπαϊκή αγορά πυριμάχων υλικών (CLARKE 1993) η οποία αφορά και τον Ελληνικό μαγνησίτη, εξ αιτίας της εισαγωγής στην ΕΟΚ μαγνησίτη προερχομένου από την Κίνα σε πολύ χαμηλότερες τιμές από αυτές του Ελληνικού (dumping), κρίνεται ασύμφορη η οποιαδήποτε σκέψη επανέναρξης των εργασιών εξόρυξης του ιζηματογενούς μαγνησίτη της Αιανής.

Αραγονίτης

Αραγονιτικές μάζες υπέρλευκου χρώματος συναντώνται κοντά στα χωριά Αιανή και Νεράιδα, σε άμεση επαφή με Μεσοζωικά ανθρακικά πετρώματα. Το υλικό εμφανίζεται βελονοειδές και λεπτόκοκο και θα πρέπει να εξετασθεί στο άμεσο μέλλον για την δυνατότητα χρήσης του σαν λευκό πληρωτικό.

Συσσωματώματα Χουντίτη/ Υδρομαγνησίτη

Γενικά οι νοτιοδυτικές εμφανίσεις εμφανίζονται πολύ πλούσιες σε μα-

γνησίτη ο οποίος τις περισσότερες φορές είναι υπόλευκος, με αποτέλεσμα το υλικό να είναι ακατάλληλο σαν πληρωτικό και επικαλυπτικό, εξ' αιτίας της σκληρότητάς του, της μέτριας λευκότητάς του και της μη φυλλώδους δομής του.

Διαφορετική ορυκτολογική σύσταση από τις προηγούμενες περιπτώσεις παρουσιάζεται στις περιοχές F και H. στις οποίες διαπιστώνεται η επικράτηση της παραγένεσης χουντίτη-υδρομαγνησίτη. Το μίγμα αυτό εμφανίζει ικανοποιητικές ρεολογικές ιδιότητες, καθώς και υπέρλευκο χρώμα (λευκότητα πάνω από 95%), ιδιότητες που το καθιστούν κατάλληλο για την χρήση του σαν λευκό πληρωτικό και επικαλυπτικό. Ηδη, ιδιωτικές εταιρείες εξορύσσουν μερικές δεκάδες χιλιάδες τόννους υλικού ετησίως οι οποίοι διοχετεύονται κυρίως στην διεθνή αγορά υλικών πυροπροστασίας, χρωμάτων, ελαστικών και πλαστικών.

ΕΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - CONCLUSIONS

Από τα ανωτέρω εκτεθέντα προκύπτει ότι η περισσότερο ενδιαφέρουσα ορυκτή πρώτη ύλη στην Νεογενή λεκάνη Κοζάνης - Σερβίων - Αιανής είναι οι συγκεντρώσεις των λευκών μαγνησιούχων ορυκτών χουντίτη-υδρομαγνησίτη και δευτερευόντως του αραγονίτη. Οι περαιτέρω έρευνες θα πρέπει να επικεντρωθούν στον εντοπισμό παρόμοιων παραγενέσεων οι οποίες καλύπτονται από νεώτερα ιζήματα, τόσο στην λεκάνη Κοζάνης-Αιανής-Σερβίων, όσο και σε αντίστοιχες Νεογενείς λεκάνες που αναπτύσσονται επάνω σε υπερβασικό ή/και δολομιτικό υπόβαθρο.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ - REFERENCES

- ΑΝΑΣΤΟΠΟΥΛΟΣ, Ι. και ΜΠΡΟΥΣΟΥΛΗΣ, Ι. (1973). Η λιγνιτοφόρος λεκάνη Κοζάνης-Σερβίων.- *Κοιτασματολογικά Ξερεναί* No 1, 77, εκδόσεις ΙΓΜΕ, Αθήναι.
- ΑΝΑΣΤΟΠΟΥΛΟΣ, Ι., ΚΟΥΚΟΥΖΑΣ, Κ., και FAUGERES, L. (1980). Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδος 1:50,000, φύλλο Κοζάνη, ΙΓΜΕ, Αθήναι.
- BARNES, I. and O'NEIL, J.R. (1969). The relationship between fluids in some fresh Alpine-type ultramafics and possible modern serpentinization.- *U.S. Geol. Soc. America Bull.*, 80, 1947-1960.
- BARRON, J.A. (1978). Diatomite. Environmental and Geologic Factors affecting its distribution.- In: J.R. Hein editor, *Siliceous Sedimentary Rock hosted Ores and Petroleum*. Van Nostrand Reinhold Co., New York, 164-178.
- CARPENTER, A.B. (1962). Solutions, minerals and equilibria. Combination diagrams.- In: Schmitt H.H. editor, *Equilibrium diagrams for minerals*. Cambridge, Mass., The Geological Club of Harvard.
- ΓΚΙΩΝΗ-ΣΤΑΥΡΟΠΟΥΛΟΥ, Γ. (1983). Απογραφή Θερμομεταλλικών Πηγών της Ελλάδας.- Ι. Αιγαίο Πέλαγος.- Υδρολογικές και υδρογεωλογικές Ξερενες, αριθμ. 39, 1-161, Εκδόσεις ΙΓΜΕ, Αθήνα.
- CLARKE, G. (1993). Magnesia. Hard times in soft markets.- In: *Raw Materials for the Refractories Industry*, M.J O'Driscoll and J.B. Griffiths Eds., Industrial Minerals, London, 79-97.
- ECONOMOU-AMILLI, A. (1991). *Cyclotella elymaea*, a new fossil species from the Neogene basin of Kozani-Aeani-Servia, northern Greece.- *Diatom Research*, 6, 223-233.
- GARRELS, R.M., THOMPSON, M.E. and SIEVER, R. (1960). Stability of some carbonates at 250C and one atmosphere total pressure.- *Amer. Journal of Science*, 258, 402-418.
- HARBEN, P.W. (1992). Diatomite.- In: P.W. Harben (ed.) *The Industrial*

- Minerals *Handybook* , Metal Bulletin, London, 27-28.
- HAY, R.L. (1977). Geology of zeolites in sedimentary rocks. - Mineralogical Society of America *Short Course Notes*, 4, 53-64.
- ΚΑΡΑΓΕΩΡΓΙΟΥ, Ε. (1951). Οι λιγνιτικές λεκάνες Κοζάνης, Σερβίων, Σαρανταπόρου και Ελασσόνας.- Υπουργείο Συντονισμού, Τμήμα Υπεδαφικών *Ερευνών*, νο 15, 28, Αθήναι.
- KINSMAN, D. (1967). Huntite from a carbonate evaporite environment.- *Amer. Mineralogist*, 52, 1332-1340.
- MULLER, G., IRION, G. and FORSTNER, U. (1972). Formation and diagenesis of inorganic Ca-Mg carbonates in the lacustrine environment.- *Naturwissenschaften*, 59, 158-164.
- O'DRISCOLL, M.J. (1993). Dolomite. Keeping pace with market change.- In: *Raw Materials for the Refractories Industry*, M.J. O'Driscoll and J.B. Griffiths Eds., Industrial Minerals, London, 101-105.
- PAPASTAMATAKI, A. (1977). The alkalinity and the chemical composition of springs issuing from peridotites.- *Anall. Geol. des Pays Hellen.*, 27, 551-566.
- STAMATAKIS, M.G. (1989). Authigenic silicates and silica polymorphs in the Miocene Saline-Alkaline Deposits of the Karlovassi Basin, Samos, Greece.- *Economic Geology*, 84, 788-798.
- STAMATAKIS, M.G., ECONOMOU, M., KOLOKOTRONI, M. and CHRISTOULA, M. (1989). Petrology and geochemistry of the Neogene Mg-rich sediments of Kozani-Eani-Servia area, Northern Greece.- *Bull. de l'Academie serbe des Sciences et des Arts, Sciences naturelles* no 31, 13-23.
- ΤΣΑΙΛΑΣ, Δ. (1969). Έκθεσις περί της γενομένης δειγματοληψίας λευκολίθων, εις την περιοχήν Αιανής - Κοζάνης, δια την μελέτην της δυνατότητας εμπλουτισμού τούτων.- *Αδημ. έκθεση του ΙΓΜΕ*, Αθήναι, 7.
- ΤΣΟΥΤΡΕΛΗΣ, Χ. (1965). Μαγνησίτες από την περιοχή Αιανής-Κοζάνης.- *Αδημ. έκθεση του ΙΓΜΕ*, Αθήναι, 30.
- WETZENSTEIN, W. (1975). Limnische Huntit-Hydromagnesit- Magnesit lagerstratten in Mazedonien, Nord Griechenland.- *Mineralium Deposita*, 10, 27-32.
- ZACHMANN, D.W. (1989). Mg-carbonate deposits in freshwater environment. - Monograph series on Mineral Deposits, no 28, 61-94. Elsevier, Berlin-Stuttgart.